

Sistem Pendeteksian Gas Formalin Pada Bahan Makanan Dengan Sensor Gas Berbahan Polimer Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Jst)

Budi Gunawan¹, Ahmad Jazuli²

Diterima : 12 Maret 2013

disetujui : 22 April 2013

diterbitkan : 20 Mei 2013

ABSTRACT

PLC (Programmable Logic Control) is widely used in the industry as the main control unit on production machines. PLC is a set of electronic switches that can be set when to ON and when to OFF in accordance with the laws of logic control has been programmed. One of the advantages of PLC is that it can be used to control machine tools are different just by changing the existing program in the PLC without having to change the hardware. In this reseacrh will be designed to drive the motor and read speed of rotation (RPM).

Keywords: *PLC, motor control, RPM, sensor.*

ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh sistem pendeteksi formalin dalam bahan pangan menggunakan sensor berbahan polimer. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan; 1) membuat sensor gas berbahan polimer, 2) membuat instrumentasi pengujian untuk mengkarakterisasi resistansi sensor, 3) membuat chamber yang akan digunakan untuk pengujian bahan pangan, 4) merancang akuisisi hasil pengukuran ke komputer, 5) medesain software jaringan syaraf tiruan pendeteksi formalin berbasis PC, 5) menguji beberapa komoditas bahan pangan. Luaran penelitian ini adalah : 1) alat pendeteksi formalin menggunakan sensor gas berbahan polimer beserta software identifikasinya, 2) publikasi ilmiah, 3) diseminasi di seminar Nasional, 4) Buku ajar; Kimia dasar. Kebaruan dari penelitian ini adalah penggunaan bahan polimer sebagai sensor (chemical sensor).

Kata kunci : polimer, sensor, gas, formalin, bahan pangan

^{1,2}Staf Pengajar Fakultas Teknik

PENDAHULUAN

Isu maraknya penyalahgunaan zat berbahaya formalin sebagai pengawet dalam bahan pangan dan kesulitan masyarakat dalam mengidentifikasi ciri keberadaannya secara inderawi membuat masyarakat resah dan sangat dirugikan. Hal ini menuntut dibutuhkannya alat yang dapat mendeteksi secara cepat, akurat dan mudah pengoperasiannya sebagai indikator keberadaan formalin dalam bahan pangan.

Meskipun formalin dikategorikan dalam jenis bahan tambahan terlarang digunakan dalam makanan seperti tertuang di Peraturan Menteri Kesehatan No. 1168/Menkes/PER/X/1999 (Bulletin Service, 2006) dan berbagai dampak buruk yang ditimbulkannya bagi tubuh manusia, penyalahgunaan formalin masih sering dilakukan oleh produsen bahan pangan. Bahkan karena seringnya pemberitaan, ia dianggap 'selebriti' dan sebagai fenomena gunung es (Djauhari, 2008). Hal ini tentu meresahkan sehingga dituntut untuk ditemukannya sistem atau alat yang dapat digunakan sebagai indikator deteksi keberadaan formalin yang cepat, akurat, in-situ, dan mudah penggunaannya guna menjamin rasa aman dikonsumsi.

Secara inderawi tanda-tanda formalin dalam bahan pangan masih sulit diidentifikasi, sedangkan bila menggunakan seperti analisis laboratorium yang membutuhkan bahan-bahan khusus/pereaksi kimia dan prosedur tertentu (seperti reagent aquamerck, reagent schiff dan analisa spektrofotometer) juga sulit.

Secara teknis, formalin (No. HS2912.11.00.00) merupakan larutan yang tidak berwarna dengan bau yang sangat tajam. Di dalam formalin terkandung sekitar 37% formaldehid dalam air sebagai pelarut. Biasanya di dalam formalin juga terdapat bahan tambahan berupa metanol hingga 15% sebagai pengawet (Media Industri, 2006). Bila menguap di udara, berupa gas yang tidak berwarna, dengan bau yang tajam menyengatkan. Formalin atau senyawa kimia formaldehid, merupakan aldehid berbentuk gas dengan rumus kimia H_2CO (Reuss dkk, 2005). Berdasarkan sifat formalin tersebut maka dengan men-sensing uap gas bahan pangan dapat mengindikasikan ada tidaknya formalin.

Belum tersedianya sensor gas yang spesifik untuk pengukuran formalin, maka prinsip penciuman elektronik (electronic nose) dapat diterapkan dalam deteksi formalin. Deret sensor yang mempunyai selektifitas dan sensitifitas terhadap formalin akan digunakan sebagai pengindera, untuk selanjutnya diekstraksi ciri dan dikenali polanya untuk identifikasi.

Pendekatan klasik untuk pendeteksian uap atau gas adalah dengan menggunakan rancangan "gembok dan kunci", yang mana sensor yang spesifik dibuat agar mengikat jenis uap tertentu dengan kuat (berselektivitas sangat tinggi). Pendekatan ini memerlukan perancangan pembuatan sensor berpresisi tinggi dan memerlukan banyak sensor untuk tiap jenis uap yang akan dideteksi.

Pendekatan lain adalah perancangan yang meniru sistem penciuman mamalia, yang mana kriteria "gembok dan kunci" diabaikan. Sebagai penggantinya, sebuah deret sensor yang terdiri sejumlah elemen sensor dengan setiap elemen sensornya mempunyai tanggapan terhadap sejumlah uap tertentu. Tanggapan sebuah elemen sensor sebagian dapat tumpang tindih dengan tanggapan elemen sensor yang lain. Meskipun dalam pendekatan ini proses identifikasi sebuah uap tidak bisa dicapai oleh sebuah elemen sensor tunggal, tetapi pola yang dihasilkan oleh deret sensor tersebut akan membentuk sidik jari (fingerprint) yang khas untuk setiap jenis uap. Deret sensor ini dapat mengidentifikasi uap kompleks tanpa memerlukan pemecahan komponen penyusunnya terlebih dahulu selama analisis¹.

Salah satu bahan yang peka terhadap beberapa gas adalah komposit polimer-karbon. Komposit polimer-karbon mempunyai karakteristik resistansi yang berubah apabila terkena gas karena mampu mengikat molekul-molekul gas yang dideteksinya sehingga mempengaruhi sifat konduktivitasnya (Gunawan, 2010). Kelebihan dari penggunaan bahan polimer adalah dapat mengatur komposisi polimer dan karbon agar diperoleh karakteristik yang peka terhadap zat tertentu, seperti formalin. Keberadaan formalin dalam bahan pangan akan mempengaruhi uap gas yang dikeluarkan, maka dengan mengukur uap yang mengalir secara natural atau melalui perlakuan pemanasan bahan pangan, keluaran deret sensor terpilih dapat mengindikasikan ada

tidaknya formalin dalam bahan pangan dengan cara penciuman elektronik. Dalam penelitian ini akan dibuat sensor dari bahan polimer yang dikompositkan dengan karbon aktif dan digunakan untuk mensensor zat berbahaya bagi bahan pangan yaitu formalin.

METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Pengukuran Analog Jurusan Teknik Elektro Universitas Muria Kudus

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: (1) Bahan Pembuatan sensor. Bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan sensor polimer adalah; PEG6000, PEG 1540, PEG20M, PEG200, silicon, squelene, karbon aktif, sosisium lauril sulfat (SLS), aquademin, dan kloroform. (2) Bahan Pembuatan *chamber*. *Chamber* pengujian ini terbuat dari bahan arklirik dan merupakan *chamber* tempat sensor komposit polimer-karbon yang akan dipakai sebagai pendeteksi. (3) Bahan rangkaian akuisisi data. Terdiri atas komponen elektronika penyusun rangkaian akuisisi data yaitu; rangkaian pengkondisi sinyal (RPS), konversi analog ke digital (ADC), mikrokontroller dan interface serial. (4) Pembuatan board sensor polimer. Sensor polimer ditempatkan dalam sebuah board secara berderet. *Board* menggunakan konfigurasi interdigital, terbuat dari PCB dengan dibuat jalur dari sensor ke akuisisi data. (5) Sampel bahan pangan. Bahan makanan yang diujikan adalah bahan yang sering diberitakan tercemar formalin, antara lain: tahu, bakso, dan mie.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: (1) Alat pembuatan sensor. Pembuatan sensor polimer ini dilakukan di laboratorium kimia dengan prosedur kimiawi. Adapun peralatan yang digunakan dalam pembuatan sensor polimer adalah; beaker glass, botol timbang, kaca arloji, spatula, aluminium foil, pipet tetes, botol semprot, neraca analitik, multimeter, board sensor, oven pemanas dan desikator. (2) Alat pembuatan rangkaian akuisisi data. Untuk pembuatan rangkaian akuisisi data diperlukan alat diantaranya; toolkit, solder, tenol, kabel, konektor-konektor, pelarut dan sablon PCB, multimeter, bor, dan alat-alat pendukung lainnya. (3) Alat pengolah, menganalisa dan

penampil hasil. Untuk mengolah, menganalisa dan menampilkan hasil deteksi sensor diperlukan personal komputer.

Variabel atau parameter akan dianalisa dalam penelitian ini antara lain: (a) resistansi dan resistansi relatif keluaran tiap deret sensor.

$$\text{Resistansi Relatif} = \frac{R_0 - R_t}{R_0}$$

R_0 = Resistansi gas referensi / awal (ohm)

R_t = Resistansi gas terukur (ohm)

(b) Tegangan keluaran tiap-tiap sensor. (c) Kadar (persentase) formalin dalam bahan pangan (d) Suhu pemanas pada sample pengujian (e) Parameter pelatihan jaringan syaraf tiruan: epoch, MSE, dan iterasi.

Pengujian yang akan dilakukan menggunakan prosedur sebagaimana pengujian pada tahun pertama yaitu dengan memberi kondisi suhu yang bervariasi kedalam *chamber* pengujian, adapun kondisi yang akan digunakan adalah: (1) Tanpa pemanas (2) Dengan pemanas suhu 40⁰ C (3) Dengan pemanas suhu 50⁰ C (4) Dengan pemanas suhu 60⁰ C

Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahapan, sebagai berikut:

Kegiatan 1. Membuat rangkaian sensor-sensor terpilih untuk deteksi formalin.

Kegiatan 2. Membuat perangkat sistem deteksi formalin yang *portable*.

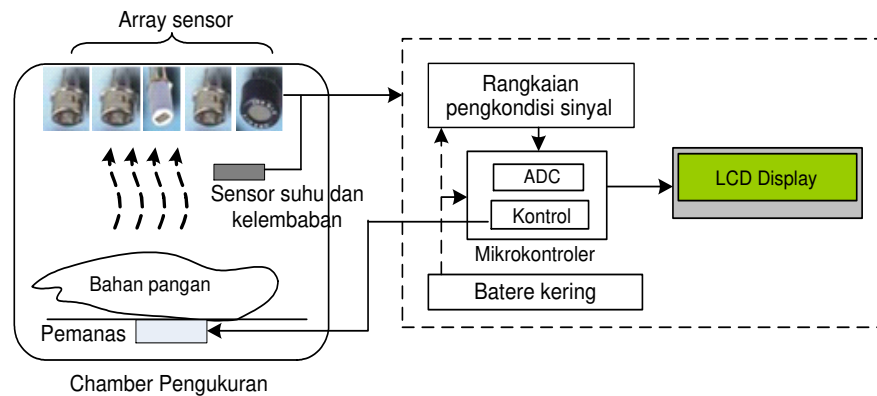
Kegiatan 3. Membuat perangkat lunak (parameter-parameter hasil pengujian dan parameter hasil pembelajaran jaringan syaraf tiruan).

Kegiatan 4. Uji fungsional sistem deteksi formalin *portable* dan membandingkan dengan sistem berbasis komputer berdasarkan tes *offline* dan *online*.

Kegiatan 5. Membuat sampel bahan pangan yang bebas formalin dan dengan formalin serta sampel bahan pangan dari beberapa pasar tradisional.

Kegiatan 6. Uji performansi sistem deteksi formalin *portable* dan validasi dengan uji formalin berbasis analisis laboratorium dengan pereaksi kimia.

Blok diagram sistem pengukuran ditunjukan dalam Gambar 1;



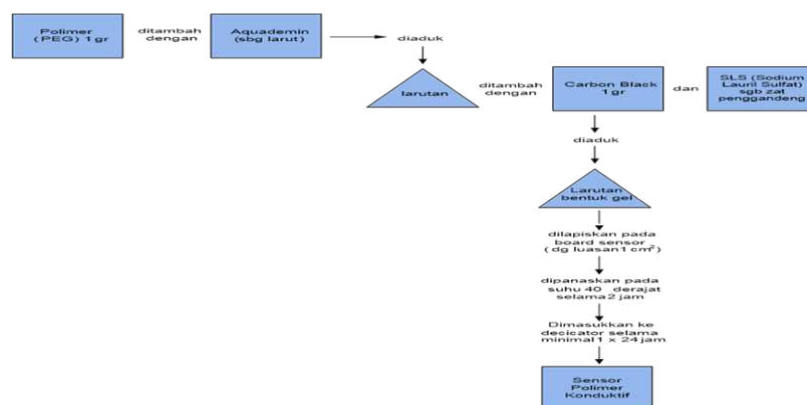
Gambar.1 Diagram system pengukuran deteksi *portable* berbasis mikrokontroler

Bahan polimer yang akan digunakan ada 6 macam, yaitu

1. PEG6000,
2. PEG20M,
3. PEG1540
4. PEG200.
5. Silicon, dan
6. Squelene

Sensor gas yang akan digunakan dibuat dari campuran polimer dengan karbon aktif dengan perbandingan komposisi antara polimer dan karbon aktif yang digunakan, misalnya 1:1 atau 1g polimer dikompositkan dengan 1gr karbon aktif, sebagai zat penggandeng digunakan sodium lauril sulfat (SLS) 0,001g. Proses pencampuranya

sebagai berikut; PEG, karbon aktif dan sodium lauril sulfat (SLS) ditimbang dengan perbandingan komposisi tersebut, lalu dicampurkan dalam beaker gelas, campuran tersebut ditambahkan aquademin tetes demi tetes hingga membentuk gel, kemudian gel tersebut dilapiskan pada board yang akan digunakan sebagai sensor gas, setelah board terlapisi dengan gel board tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 2 jam dengan suhu 40°C, setelah itu board dikeluarkan dari oven dan diletakkan dalam decicator selama 1x24 jam untuk menetralkan kandungan oksigen atau gas-gas yang lain, setelah dari decicator board tersebut sudah siap jadi sebuah sensor komposit polimer-karbon



Gambar.2 Proses pembuatan sensor polimer

Program untuk mikrokontroler ditujukan untuk pengukuran berbasis komputer dan pengukuran untuk sistem *portable*. Pemrograman yang digunakan untuk mengisi program pada mikrokontroler Atmega ini digunakan CodeVision AVR dan bahasa pemrograman yang

digunakan adalah bahasa C. Pada CodeVision AVR ini bisa ditentukan port-port dari mikrokontroler AVR yang berfungsi sebagai input maupun output, serta bisa juga ditentukan tentang penggunaan fungsi-fungsi internal dari AVR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sampel

Pada pengujian komoditas bakso, ke enam sensor diujiresponnya terhadap 2 (dua) kondisi komoditas, yaitu bakso tanpa formalin dan

dengan formalin. Masing-masing kondisi diuji pada 4 (empat) keadaan, yaitu: tanpa pemanas, dengan pemanasan 40⁰ C, 50⁰ C, 60⁰C. Frekuensi pengujian 3 (tiga) kali. Hasil pengujian ditunjukkan pada table dibawah;

Tabel 1 Respon sensor pada pengujian bakso tanpa pemanas

Tanpa Pemanas						
Ulangan	S1		S2		S3	
	S1 tanpa	S1 formalin 60%	S2 tanpa	S2 formalin 60%	S3 tanpa	S3 formalin 60%
1	10398.76	8465.372	12836.93	11350.59667	6000.216	6315.1805
2	10048.73	8397.644167	12635.96	11320.84333	5813.485	6411.020833
3	10075.05	8442.900833	12407.13	11320.84333	5720.548	6474.418
	S4		S5		S6	
	S4 tanpa	S4 formalin 60%	S5 tanpa	S5 formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%
1	6251.724	5667.022833	4711769	5536261	8824.975	7803.6585
2	5545.596	5636.111167	4711769	5330133	8489.883	7867.886167
3	5485.98	5666.467167	3784214	5536261	8423.398	7900.3165

Tabel 2 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 40⁰ C

Pemanas 40C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	9917.862	7481.587	11866.9	9298.854333	6797.384	5844.464
2	9867.506	7440.701333	11712.85	9225.351833	6474.716	5751.8085
3	9510.373	7460.876667	11620.73	9176.695167	6603.297	5659.153
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5485.16	6501.9745	4299533	6154625	8357.243	7580.109
2	5515.516	6407.474667	6772989	4093405	8357.243	7485.6245
3	5515.24	6314.4375	3681149	6154625	8225.913	7422.3235

Tabel 3 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 50⁰ C

Pemanas 50C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	8397.644	6573.672333	9879.626	7566.140333	5720.548	5354.12
2	8353.009	6628.773333	9879.626	7504.560333	5659.153	5354.12
3	8375.173	6573.672333	9880.003	7463.771833	5597.758	5354.12
	S4		S5		S6	

	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	4432.665	6344.477667	4093405	4711769	7265.152	7265.455333
2	4461.166	6377.418167	5536261	4196449.833	7171.577	7485.317333
3	4489.666	6501.9745	4299533	3475041	7359.334	7453.818333

Tabel 4 Respon sensor pada pengujian bakso dg pemanas 60^o C

Pemanas 60C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	8089.455	7501.494833	10063.27	9274.7065	5445.379	5720.8295
2	8067.888	7400.874667	9983.844	9298.854333	5414.959	5751.527
3	7981.911	7320.173333	10062.87	9225.351833	5414.685	5751.527
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	4489.666	7307.455833	5330133	4299513	7296.344	7422.0205
2	4546.921	7209.0215	4505641	5330133	7265.152	7548.614167
3	4518.167	7176.623	2856657	6154625	7265.152	7611.911

Pada pengujian komoditas mie, ke enam sensor diuji-responnya terhadap 2 (dua) kondisi komoditas, yaitu tanpa formalin dan dengan formalin. Masing-masing kondisi diuji pada 4

(empat) keadaan, yaitu: tanpa pemanas, dengan pemanasan 40^o C, 50^o C, 60^o C. Frekuensi pengujian 3 (tiga) kali. Hasil pengujian ditunjukkan pada table dibawah;

Tabel 5 Respon sensor pada pengujian mie tanpa pemanas

Tanpa Pemanas						
Ulangan	S1		S2		S3	
	S1 tanpa	formalin 60%	S2 tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	4852.32	5617.988	4975.441571	3973.968	6447.12014	5937.972
2	4775.8965	5504.436167	4999.739	3973.968	6506.86116	5875.7285
3	4805.515	5407.771667	5014.916	3987.868667	6506.86116	5906.7075
	S4		S5		S6	
	S4 tanpa	S4 formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%
1	3589.820143	3380.835833	7845.219	6290.468667	911502.6	1578676
2	3597.412	3434.688333	7900.317	6290.468667	1178203	1455003
3	3543.092333	3434.688333	7997.291	5937.448667	1104588	1382857.433

Tabel 6 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 40^o C

Pemanas 40C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5152.823571	5536.331333	4767.541571	5297.586	6229.24042	5937.972
2	5158.2286	5520.191	4741.667	5108.068	6169.7386	5968.951

3	3921.404167	5506.492857	5218.169333	4844.887	6927.78866	5615.299429
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	3473.32	3871.857333	1298515	1702349	7167.121	7234.2635
2	3477.9558	3954.887	1207650	1805412.167	7366.057	7265.152333
3	4319.165	3824.446286	1260654	1826023	7868.203	6564.084

Tabel 7 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 50⁰ C

Pemanas 50C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	4082.139833	7103.675667	4221.613	5640.281333	7424.08383	6506.563333
2	4068.504333	6891.21	4138.329833	5311.515143	7290.2505	6365.226571
3	4273.934333	6796.874333	4179.8975	5170.88	6667.29	6188.671
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	3706.522	4575.676167	1475614	1826022	6710.81	7360.247
2	3570.608	4448.951	846931.9	1808356.429	6559.55	7220.848286
3	3651.967	4347.9165	1189982	1867248.667	6499.504	7171.576833

Tabel 8 Respon sensor pada pengujian mie dg pemanas 60⁰ C

Pemanas 60C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5266.335167	6482.142667	4152.087167	4831.9	6315.474	5813.485
2	4329.825	6445.714	4096.91	4786.699	6157.4065	5751.527
3	4371.781333	6302.24	4124.424667	4786.864667	6220.225	5720.8295
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	3300.173	4404.4155	1279795	3062785	6349.951	7203.067
2	3461.7305	4263.165	1455003	2650530.667	6379.975	7327.839
3	3461.7305	4262.917	1475614	2856657	6409.434	7171.875167

Data resistansi pengujian bahan makanan tahu

Pada pengujian komoditas tahu, ke enam sensor diuji-responnya terhadap 2 (dua) kondisi komoditas, yaitu tahu tanpa formalin dan dengan

formalin. Masing-masing kondisi diuji pada 4 (empat) keadaan, yaitu: tanpa pemanas, dengan pemanasan 40⁰ C, 50⁰ C, 60⁰ C. Frekuensi pengujian 3 (tiga) kali. Hasil pengujian ditunjukkan pada table dibawah:

Tabel 9 Respon sensor pada pengujian tahu tanpa pemanas

Tanpa Pemanas						
Ulangan	S1		S2		S3	
	S1 tanpa	formalin 60%	S2 tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	8739.14	8308.99	8610.26	10249.64	6410.72	6125.56
2	8951.76	8132.88	8587.72	10142.30	6410.72	6032.35
3	8647.36	8133.18	8451.57	9931.54	6315.18	5937.69
	S4		S5		S6	
	S4 tanpa	formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%	S5 tanpa	formalin 60%
1	5605.48	5455.35	3268913.00	3475041.00	9096.97	8825.32
2	5545.32	5395.19	3887277.00	3062785.00	9062.89	8791.23
3	5605.48	5425.54	2794822.17	3681169.00	9097.32	8824.97

Tabel 10 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 40^o C

Pemanas 40C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	7728.00	9841.97	6532.96	6870.94	5751.53	5689.85
2	7707.56	9286.97	6607.37	6870.94	5720.83	5628.73
3	7728.00	9141.96	6533.19	6871.18	5783.07	5659.15
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5216.61	5010.37	3475041.00	3887277.00	7932.43	7548.31
2	5275.96	4981.88	3681149.00	3784213.83	8062.15	7422.32
3	5246.15	5039.64	4093405.00	3887277.00	7932.75	7580.11

Tabel 11 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 50^o C

Pemanas 50C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	7748.99	9534.09	6296.64	9597.83	5844.46	6474.72
2	7686.57	9584.45	6296.64	9422.77	5751.81	6283.33
3	7707.28	9508.90	6368.79	9176.70	5721.11	6220.23
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5069.18	8156.86	3681169.00	4093405.00	7359.03	9097.32
2	5157.54	8421.04	2959721.83	4093405.00	7359.33	9131.75
3	5098.72	8043.86	2650529.00	4917897.00	7359.03	9097.32

Tabel 12 Respon sensor pada pengujian tahu dg pemanas 60⁰ C

Pemanas 60C						
Ulangan	S1		S2		S3	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	7320.17	7917.79	6625.91	9905.97	6251.78	6636.05
2	7260.43	7854.24	6570.05	9880.00	6094.01	6635.45
3	7220.86	7811.97	6532.96	9879.63	6125.56	6571.16
	S4		S5		S6	
	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%	tanpa	formalin 60%
1	5039.64	5128.00	3268913.00	3475041.00	7707.63	7516.81
2	5098.46	5068.92	3887277.00	4093405.00	7675.52	7453.82
3	5128.00	5157.54	3268913.00	4711769.00	7675.52	7548.31

Tampilan LCD Hasil Identifikasi Alat Portabel

LCD akan menampilkan hasil deteksi dengan menampilkan tiga kondisi pendeteksian; 1) “Mengandung Formalin” apabila sampel bahan makanan yang dideteksi ada formalin. 2) “Tidak Mengandung Formalin” apabila sampel bahan makanan tidak mengandung formalin, dan 3) “Belum Teridentifikasi” apabila sampel mendeteksi gas selain formalin dan belum ter-learning-kan di program Jaringan Syaraf Tiruan yang dibuat.



Gambar 3. LCD saat menampilkan hasil identifikasi “Mengandung Formalin”



Gambar 4. LCD saat menampilkan hasil identifikasi “Tidak Mengandung Formalin”



Gambar 5. LCD saat menampilkan hasil identifikasi “Belum Teridentifikasi”

Rekap Hasil Pengujian Identifikasi

Rekap dari pengujian identifikasi dari semua komoditas, pada kondisi tanpa pemanas, dengan pemanas 40⁰C, 50⁰C, 60⁰C, tanpa formalin dan dengan formalin, ditunjukkan pada table

Tabel 13 Rekap hasil pengujian identifikasi

No	Komoditas	Kandungan	Kondisi	Pengujian	Identifikasi	% Hasil
1	Bakso	Tanpa Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	91.7%
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 40° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 50 ° C	1	Sesuai	
				2	Tidak	
				3	Sesuai	
			Pemanas 60 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
		Dengan Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	83.3%
				2	Tidak	
				3	Sesuai	
			Pemanas 40 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Tidak	
			Pemanas 50 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 60 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
2	Mie	Tanpa Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	100%
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 40 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 50 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 60 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
		Dengan Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	75.0%
				2	Sesuai	
				3	Tidak	
			Pemanas 40 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Tidak	
			Pemanas 50 ° C	1	Tidak	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
			Pemanas 60 ° C	1	Sesuai	
				2	Sesuai	
				3	Sesuai	
3	Tahu	Tanpa Formalin	Tanpa pemanas	1	Sesuai	

				2	Sesuai	83.3%
				3	Sesuai	
				1	Sesuai	
			Pemanas 40 ° C	2	Sesuai	
				3	Sesuai	
				1	Sesuai	
			Pemanas 50 ° C	2	Tidak	
				3	Sesuai	
				1	Sesuai	
		Dengan Formalin	Pemanas 60 ° C	2	Sesuai	66.7%
				3	Tidak	
				1	Sesuai	
			Tanpa pemanas	2	Sesuai	
				3	Tidak	
				1	Sesuai	
			Pemanas 40 ° C	2	Tidak	
				3	Sesuai	
				1	Sesuai	
			Pemanas 50 ° C	2	Tidak	
				3	Sesuai	
				1	Sesuai	
			Pemanas 60 ° C	2	Tidak	
				3	Sesuai	
				3	Sesuai	

Prosentase rata-rata hasil pengujian dari ke tiga jenis bahan sampel dengan empat kondisi pengujian dan perulangan tiga kali pengujian adalah sebagai berikut;

- a. Tanpa formalin : 91,7%
- b. Dengan formalin : 75%

KESIMPULAN

1. Sistem pendeteksi formalin pada bahan makanan bisa dibuat dalam bentuk portable berbasis mikrokontroller.
2. Sistem pendeteksi ini menggunakan metode deteksi jaringan syaraf tiruan yang telah deprogram dalam mikrokontroller berdasarkan pembelajaran pattern tegangan output dari ke enam sensor yang pembelajarannya dilakukan di komputer PC dengan program visual basic.
3. Rekap hasil pengujian pada tiga jenis sampel bahan makanan (bakso, tahu dan mie) dengan empat kondisi (tanpa pemanas, dengan pemanas 40⁰ C, 50⁰ C, 60⁰ C) dan perulangan pengukuran sebanyak tiga kali menunjukkan prosentase rata-rata hasil sebagai berikut;
 - Tanpa formalin : 91,7%
 - Dengan formalin : 75%

DAFTAR PUSTAKA

1. Albert, Lewis NS, Schauer CL, Sotzing GA, Stizel SE, Vaid TP, 2000. Cross-reactive chemical sensor arrays. *Chem Rev*, 100, pp.2595-2626.
2. Atkins, P. W. (1990), *Physical Chemistry*. 4th ed. New York: W.H. Freeman
3. Department Of Chemical Engineering Brigham Young University (2006), *Modeling And Data Analysis Of Conductive Polymer Composite Sensors*.
4. Elias, H.-G. (1987), *Mega Molecules*. Berlin: Springer-Verlag
5. Frank Zee and Jack Judy (1999), *Mems Chemical Gas Sensor Using A Polymer-Based Array*, Published at Transducers '99 - The 10th International Conference on Solid-State sensors and Actuators on June 7-10, Sendai, Japan
6. Kohlman, R. S. and Epstein, Arthur J. (1998), *Insulator-Metal Transistion and Inhomogeneous Metallic State in Conducting Polymers*. Skotheim, Terje A.; Elsenbaumer, Ronald L., and Reynolds, John R., Editors. Handbook of Conducting Polymers. 2nd ed. New York: Marcel Dekker; pp. 85-122.

7. Jiri Janata And Mira Josowicz (2002), *Conducting Polymers In Electronic Chemical Sensors*.
8. Hua Bai and Gaoquan Shi (2006), *Gas Sensors Based on Conducting Polymers*.
9. MacDiarmid A G and Epstein A J. (1994), *Frontiers of polymers and advanced materials*, New York: Plenum Press